

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-317102

(43)Date of publication of application : 07.11.2003

(51)Int.Cl.

G06T 7/00
 A61B 3/11
 A61B 5/117
 G06T 1/00
 G06T 7/60

(21)Application number : 2002-122393

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD
 OKI JOHO SYSTEMS:KK

(22)Date of filing : 24.04.2002

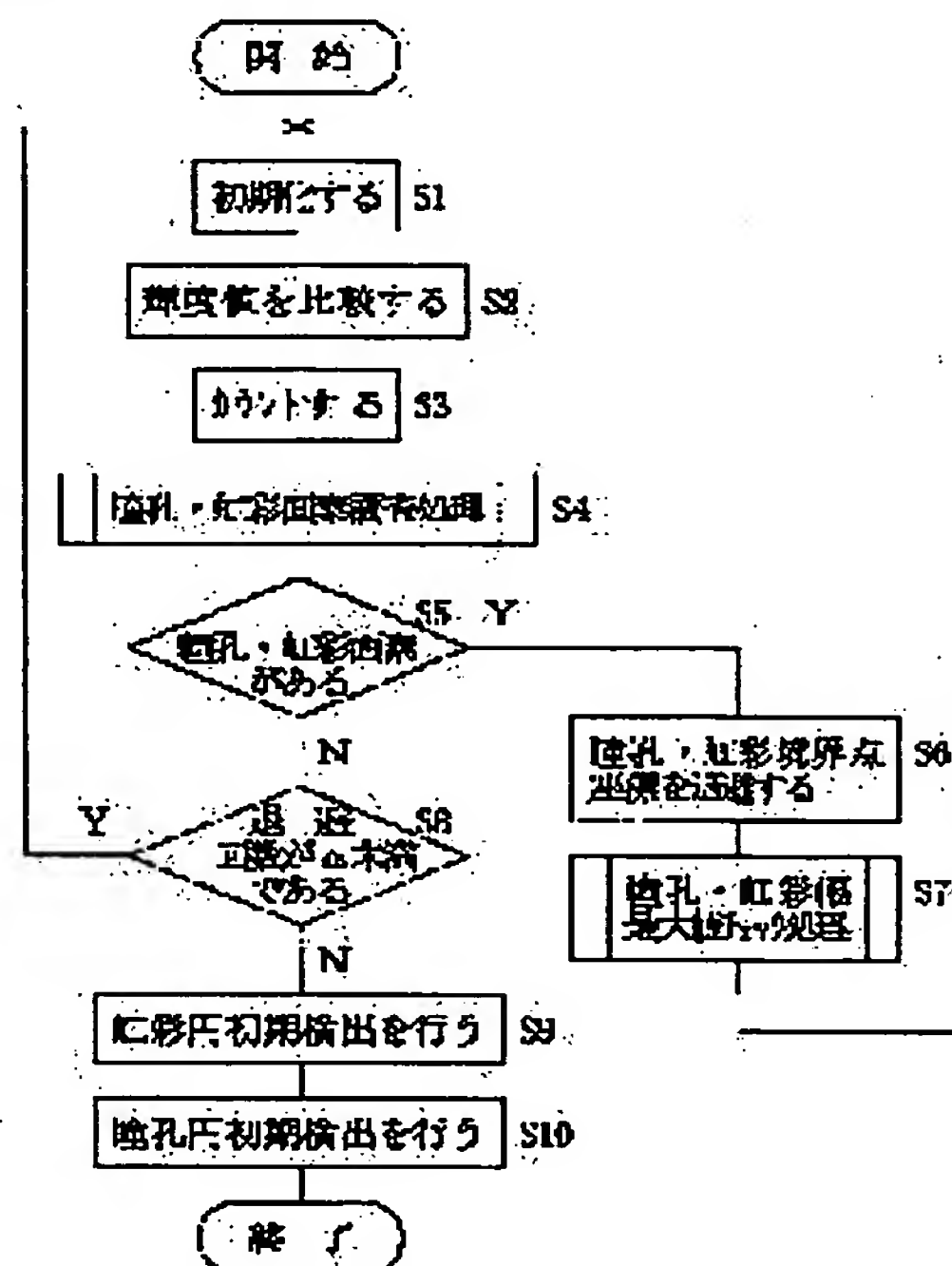
(72)Inventor : SATOMI SHINICHI

(54) PUPIL CIRCLE AND IRIS CIRCLE DETECTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce a search range for detecting a pupil circle and an iris circle, to decrease the frequency of a search for detecting the pupil circle and iris circle, and to make the search processing quantity small and search time short.

SOLUTION: Initial detection is performed to decide whether an eye image is suitable for iris code generation and an iris code is generated based upon a suitable eye image.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.02.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-317102

(P2003-317102A)

(43) 公開日 平成15年11月7日(2003.11.7)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テ-マ-ト(参考) |
|------------------------------|-------|--------------|-------------------|
| G 0 6 T 7/00 | 5 1 0 | G 0 6 T 7/00 | 5 1 0 D 4 C 0 3 8 |
| A 6 1 B 3/11 | | 1/00 | 3 4 0 A 5 B 0 4 3 |
| 5/117 | | 7/60 | 2 0 0 C 5 B 0 5 7 |
| G 0 6 T 1/00 | 3 4 0 | A 6 1 B 3/10 | A 5 L 0 9 6 |
| 7/60 | 2 0 0 | 5/10 | 3 2 0 Z |
| 審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 14 頁) | | | |

(21) 出願番号 特願2002-122393(P2002-122393)

(22) 出願日 平成14年4月24日(2002.4.24)

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(71) 出願人 591089556

株式会社 沖情報システムズ

群馬県高崎市双葉町3番1号

(72) 発明者 里見 真一

群馬県高崎市双葉町3番1号 株式会社沖
情報システムズ内

(74) 代理人 100116207

弁理士 青木 俊明 (外2名)

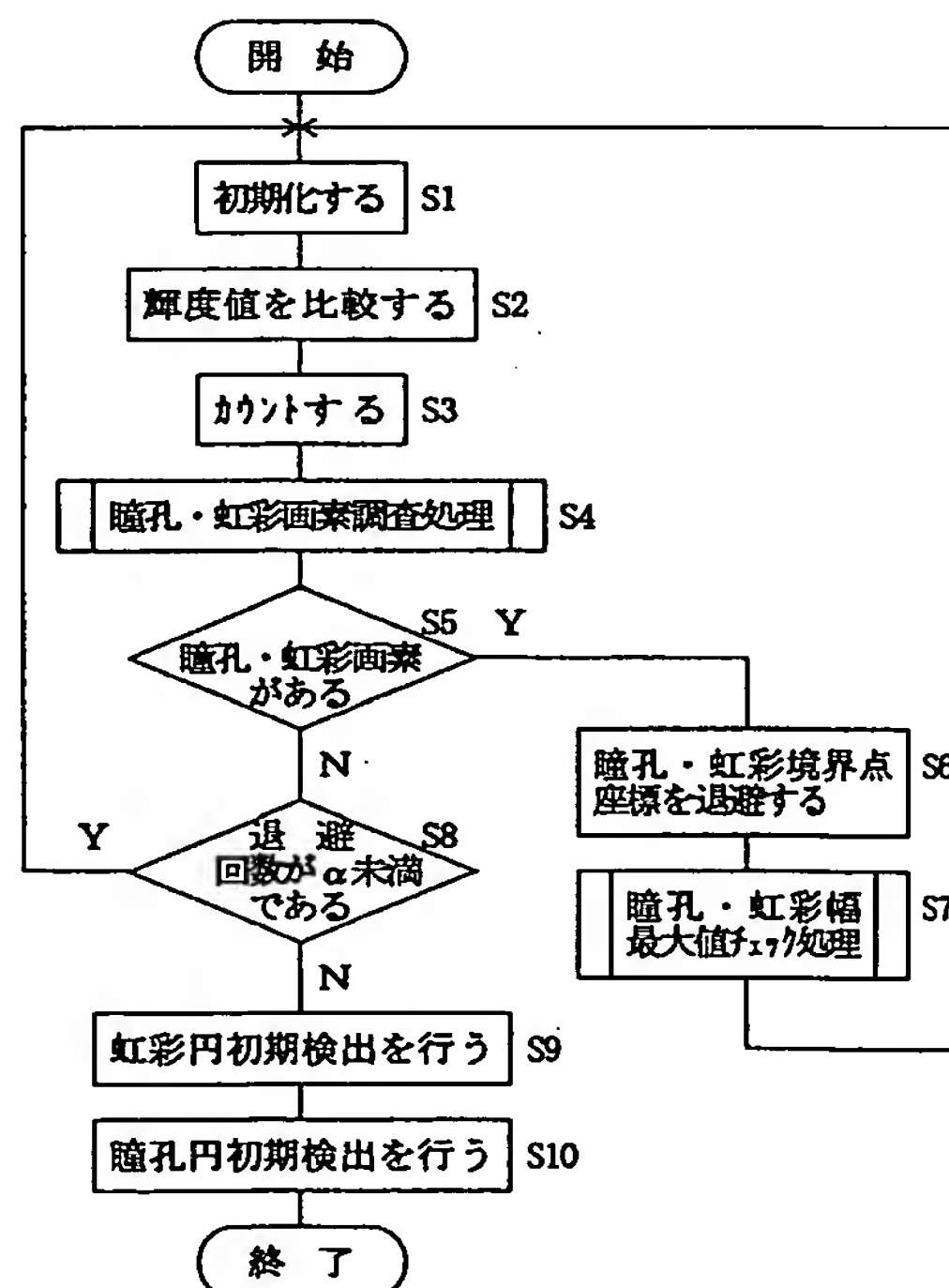
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 瞳孔・虹彩円検出装置

(57) 【要約】

【課題】瞳孔円及び虹彩円を検出するための探索範囲を削減することができるとともに、瞳孔円及び虹彩円を検出するための探索回数を削減することができ、探索処理量が少なく探索時間を短くすることができるようにする。

【解決手段】初期検出を行い、アイリスコード生成に適した眼画像であるか否かを判定し、適した眼画像に基づいてアイリスコードを生成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 初期検出を行い、アイリスコード生成に適した眼画像であるか否かを判定し、適した眼画像に基づいてアイリスコードを生成することを特徴とする瞳孔・虹彩円検出装置。

【請求項 2】 虹彩円の境界を検出する請求項 1 に記載の瞳孔・虹彩円検出装置。

【請求項 3】 (a) 眼画像を取得し、該眼画像を記憶手段に格納する画像取得部と、(b) 前記眼画像を探索して瞳孔円及び虹彩円を検出する検出判定部とを有し、

(c) 該検出判定部は、前記眼画像が記憶手段に格納される時に、前記眼画像を走査し、各走査線毎に瞳孔画素及び虹彩画素の存在を判定し、前記瞳孔円及び虹彩円の初期検出を行うことを特徴とする瞳孔・虹彩円検出装置。

【請求項 4】 前記検出判定部は、探索対象の中心の周辺における輝度分布を調査する手段、及び、前記輝度分布の調査結果に基づいて、次の探索の中心位置を決める手段とを備え、フィードバックをかけて虹彩円概略検出を行う請求項 3 に記載の瞳孔・虹彩円検出装置。

【請求項 5】 前記検出判定部は、前記瞳孔画素及び虹彩画素の存在を判定するために間引き行走査を行う手段、並びに、詳細走査を行うための長方形領域を設定する手段を備え、前記眼画像が記憶手段から読み出される時に、前記瞳孔円及び虹彩円の初期検出を行う請求項 3 又は 4 に記載の瞳孔・虹彩円検出装置。

【請求項 6】 前記検出判定部は、瞳孔半径の最大値と最小値との差を求める手段を備え、該差が一定値以内である場合に、前記眼画像を写真であると判定する請求項 3～5 のいずれか 1 項に記載の瞳孔・虹彩円検出装置。

【請求項 7】 前記検出判定部は、4 画素単位の平均輝度を比較してカウントする手段を備える請求項 3～6 のいずれか 1 項に記載の瞳孔・虹彩円検出装置。

【請求項 8】 前記検出判定部は、ノイズを含む境界点の座標データを破棄する手段を備える請求項 3～7 のいずれか 1 項に記載の瞳孔・虹彩円検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、瞳孔・虹彩円検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、建物や特定の場所に無資格者が進入することや、情報処理装置等の装置を無資格者が操作することを防止したり、インターネットを利用した電子商取引において本人認証を行ったりする場合に使用される個人識別装置として、鍵（かぎ）や暗証番号等を利用することなく、本人の生物学的な特徴を利用して本人か否かを識別するバイOMETリック方式の個人識別装置が提供されている。

【0003】 そして、バイOMETリック方式の個人識別

装置としては、指紋によって識別する装置、声紋によって識別する装置、顔貌（ぼう）によって識別する装置等が存在するが、人間の瞳の虹彩（アイリス）パターンによって識別するアイリス利用の個人識別装置が高い精度と高い認識率とを有することが知られている。一般に、従来のアイリス利用の個人識別装置においては、アイリスコードを生成するために、対象となる人物の目及びその周辺の画像、すなわち、眼画像から瞳孔円及び虹彩円を検出するようになっている。

10 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記従来の個人識別装置においては、前記眼画像の中から、まず、暗い領域としての暗領域を検出する。そして、該暗領域が瞳孔の領域としての瞳孔領域であると仮定し、前記暗領域に存在する画素を探索の対象として探索して瞳孔円の縁を厳密に検出するようになっている。

【0005】 ところが、前記眼画像には目の周辺も含まれるために、眉毛や眼鏡の縁も暗領域として検出されてしまう。そのため、前記探索の対象に眉毛や眼鏡の縁も含まれてしまうので、探索の対象となる画素の範囲が広くなりすぎてしまう。

【0006】 また、瞳孔円の中心の探索を、暗領域において、例えば、縦横±96画素の範囲を5画素ずつ変化させながら行い、半径の探索を、例えば、15～100画素の範囲を5画素ずつ変化させながら行うようになっている。そのため、瞳孔円の中心を検出するための探索処理量が多く、時間がかかってしまう。

【0007】 さらに、瞳孔円の縁を検出するための判定を、外側部輝度和から内側部輝度和を除いた値の最大値を求めることによって行うようになっている。この場合、例えば、縦横±96画素の全範囲の探索を前提としている。そのため、瞳孔円の縁を検出するための探索処理量が多く、時間がかかってしまう。

【0008】 また、虹彩円を検出するために、該虹彩円の中心の探索を、瞳孔円の中心から、例えば、上下方向に±1画素、左右方向に±10画素の範囲を2画素ずつ変化させながら行い、半径の探索を、例えば、瞳孔円の半径の1.8～6倍まで（最大170画素）を2画素ずつ変化させながら行うようになっている。そのため、虹彩円の中心を検出するための探索処理量が多く、時間がかかってしまう。

【0009】 さらに、虹彩円の縁を検出するための判定を、外側部輝度和から内側部輝度和を除いた値の最大値を求めることによって行うようになっている。この場合、探索を前提として、例えば、上下方向に±1画素、左右方向に±10画素の全範囲を探索するようになっている。そのため、虹彩円の縁を検出するための探索処理量が多く、時間がかかってしまう。

【0010】 本発明は、前記従来の問題点を解決して、瞳孔円及び虹彩円を検出するための探索範囲を削減する

ことができるとともに、瞳孔円及び虹彩円を検出するための探索回数を削減することができ、探索処理量が少なく探索時間の短い瞳孔・虹彩円検出装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】そのために、本発明の瞳孔・虹彩円検出装置においては、初期検出を行い、アイリスコード生成に適した眼画像であるか否かを判定し、適した眼画像に基づいてアイリスコードを生成する。

【0012】本発明の他の瞳孔・虹彩円検出装置においては、さらに、虹彩円の境界を検出する。

【0013】本発明の他の瞳孔・虹彩円検出装置においては、眼画像を取得し、該眼画像を記憶手段に格納する画像取得部と、前記眼画像を探索して瞳孔円及び虹彩円を検出する検出判定部とを有し、該検出判定部は、前記眼画像が記憶手段に格納される時に、前記眼画像を走査し、各走査線毎に瞳孔画素及び虹彩画素の存在を判定し、前記瞳孔円及び虹彩円の初期検出を行う。

【0014】本発明の更に他の瞳孔・虹彩円検出装置においては、さらに、前記検出判定部は、探索対象の中心の周辺における輝度分布を調査する手段、及び、前記輝度分布の調査結果に基づいて、次回の探索の中心位置を決める手段とを備え、フィードバックをかけて虹彩円概略検出を行う。

【0015】本発明の更に他の瞳孔・虹彩円検出装置においては、さらに、前記検出判定部は、前記瞳孔画素及び虹彩画素の存在を判定するために間引き行走査を行う手段、並びに、詳細走査を行うための長方形領域を設定する手段を備え、前記眼画像が記憶手段から読み出される時に、前記瞳孔円及び虹彩円の初期検出を行う。

【0016】本発明の更に他の瞳孔・虹彩円検出装置においては、さらに、前記検出判定部は、瞳孔半径の最大値と最小値との差を求める手段を備え、該差が一定値以内である場合に、前記眼画像を写真であると判定する。

【0017】本発明の更に他の瞳孔・虹彩円検出装置においては、さらに、前記検出判定部は、4画素単位の平均輝度を比較してカウントする手段を備える。

【0018】本発明の更に他の瞳孔・虹彩円検出装置においては、さらに、前記検出判定部は、ノイズを含む境界点の座標データを破棄する手段を備える。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0020】図2は本発明の第1の実施の形態における瞳孔・虹彩円検出装置の構成を示す図である。

【0021】図において、10は瞳孔・虹彩円検出装置であり、CPU、MPU等の演算手段、半導体メモリ等の記憶手段、入出力インターフェイス等を備える一種のコンピュータである。また、20は、CCD (Charge Coupled Device) 撮像素子、撮像

管等を備える撮像装置であり、例えば、デジタルスチルカメラ、工業用カメラ、ビデオカメラ等である。

【0022】ここで、前記瞳孔・虹彩円検出装置10及び撮像装置20は、人間の瞳の虹彩であるアイリスのパターンによって識別するアイリス利用の個人識別装置のためのものである。そして、識別の対象である人物の目及びその周辺の画像としての眼画像が前記撮像装置20によって撮影され、前記瞳孔・虹彩円検出装置10によって前記眼画像に基づいたアイリスコードが生成されるようになっている。

【0023】なお、前記瞳孔・虹彩円検出装置10は、機能の観点から、前記撮像装置20から眼画像を取得し、該眼画像を図示されない記憶手段に格納する画像取得部11、前記眼画像を探索して瞳孔円及び虹彩円を検出する検出判定部12、並びに、前記瞳孔円及び虹彩円に基づいてアイリスコードを生成するアイリスコード生成部13を有する。そして、前記瞳孔・虹彩円検出装置10は、瞳孔円及び虹彩円の初期検出、虹彩円概略検出、虹彩円詳細検出等を行って、瞳孔円及び虹彩円を厳密に検出した後、該瞳孔円及び虹彩円に基づいてアイリスコードを生成するようになっている。また、前記瞳孔・虹彩円検出装置10は、初期検出を行い、アイリスコード生成に適した眼画像であるか否かを判定し、アイリスコード生成に適した眼画像に基づいてアイリスコードを生成するようになっている。

【0024】次に、前記構成の瞳孔・虹彩円検出装置の動作を説明する。

【0025】図3は本発明の第1の実施の形態における眼画像を説明する図である。

【0026】本実施の形態において、瞳孔・虹彩円検出装置10は、図3に示されるような眼画像に基づいて、瞳孔円及び虹彩円の初期検出を行う。この場合、該初期検出は、前記眼画像の画像データ、すなわち、眼画像データを記憶手段としてのメモリに書き込む間に行われる。なお、前記眼画像データは、例えば、1024 (画素) × 768 (画素) の大きさのデータである。そして、前記初期検出においては、まず、前記眼画像において横方向に延在する一行の走査線に沿って、各画素のアドレス (水平方向及び垂直方向の座標値、又は、番地) を特定するとともに、各画素のデータとしての輝度値を検出する。すなわち、走査線に沿って走査して輝度値を検出する。

【0027】ここで、眼球の表面は、図3に示されるように、強膜、虹彩及び瞳孔に大別される。まず、前記強膜は、いわゆる、白目であり、眼画像において最も輝度が高い領域である。また、瞳孔は、いわゆる、瞳であり、眼画像において最も輝度が低い円形の領域である。そして、虹彩は、瞳孔の周囲に存在し、強膜よりは輝度が低い瞳孔よりは輝度が高い円形の領域である。

【0028】この場合、走査線に沿って輝度値を検出す

ると、強膜と虹彩との境界において輝度に差があり、虹彩と瞳孔との境界においても輝度に差があることから、虹彩の外側の境界に対応する点と瞳孔の外側の境界に対応する点とを検出することができる。図3に示される眼画像において、図における左側から走査線に沿って走査を開始すると、輝度の差に基づいて、順次、虹彩左側境界点、瞳孔左側境界点、瞳孔右側境界点及び虹彩右側境界点を検出することができる。なお、虹彩左側境界点と虹彩右側境界点との距離を前記走査線における虹彩幅、及び、瞳孔左側境界点と瞳孔右側境界点との距離を前記走査線における瞳孔幅とする。

【0029】次に、瞳孔円及び虹彩円の初期検出の動作を時系列的に説明する。

【0030】図1は本発明の第1の実施の形態における瞳孔円及び虹彩円の初期検出の全体動作を示すフローチャート、図4は本発明の第1の実施の形態におけるフラグとカウンタの対応を説明する図、図5は本発明の第1の実施の形態におけるエネイブル信号の対応する輝度値を示す表、図6は本発明の第1の実施の形態におけるカウンタ値と強膜、虹彩及び瞳孔との対応を説明する図、図7は本発明の第1の実施の形態におけるスタックエリアを示す図、図8は本発明の第1の実施の形態における虹彩境界点を示す図、図9は本発明の第1の実施の形態における瞳孔・虹彩画素調査処理の動作を示すフローチャート、図10は本発明の第1の実施の形態における瞳孔・虹彩幅最大値チェック処理の動作を示すフローチャートである。

【0031】まず、フラグNo. 0～No. 4及びカウンタNo. 0～No. 2がすべて初期化され、値が0となる。なお、前記フラグNo. 0～No. 4及びカウンタNo. 0～No. 2は一行の走査線に沿った走査が終了する度に初期化される。ここで、前記フラグNo. 0～No. 4は、図4に示されるように、各領域に対して割り当てられている。すなわち、走査対象の画素が左側強膜であると判明した場合フラグNo. 0が立てられ、走査対象の画素が左側虹彩である場合フラグNo. 1が立てられ、走査対象の画素が瞳孔であると判明した場合フラグNo. 2が立てられ、走査対象の画素が右側虹彩であると判明した場合フラグNo. 3が立てられ、走査対象の画素が右側強膜であると判明した場合フラグNo. 4が立てられるようになっている。

【0032】また、カウンタNo. 0～No. 2も、図4に示されるように、各領域に対して割り当てられている。すなわち、走査対象の画素が瞳孔である場合カウンタNo. 0によって画素数がカウントされ、走査対象の画素が虹彩である場合カウンタNo. 1によって画素数がカウントされ、走査対象の画素が強膜である場合カウンタNo. 2によって画素数がカウントされるようになっている。

【0033】ここで、図4に示されるような一行の走査

線に沿って図における左側から走査が開始されると、走査対象の画素の輝度値が各画素について検出される。そして、各画素の輝度値に基づいて、各種のエネイブル(enable)信号(トリガー信号)がオンされ、該当するカウンタがインクリメントされてカウンタ値が1だけ上昇する。本実施の形態においては、図5に示されるように、エネイブル信号s0～s2が規定されている。

【0034】この場合、エネイブル信号s0はカウンタNo. 0をインクリメントするためのエネイブル信号であり、エネイブル信号s1はカウンタNo. 1をインクリメントするためのエネイブル信号であり、エネイブル信号s2はカウンタNo. 2をインクリメントするためのエネイブル信号である。そして、エネイブル信号s0は、走査対象の画素の輝度値が60以下の場合にオンになる。ここで、画素の輝度値が60以下というのは、かなり暗い状態であり瞳孔等の暗領域に含まれる画素であることを示している。また、エネイブル信号s1は、走査対象の画素の輝度値が80以上、かつ、120以下の場合にオンになる。ここで、画素の輝度値が80以上、かつ、120以下というのは、虹彩等の領域に含まれる画素であることを示している。そして、エネイブル信号s2は、走査対象の画素の輝度値が150以上、かつ、200以下の場合にオンになる。ここで、画素の輝度値が150以上、かつ、200以下というのは、強膜等の領域に含まれる画素であることを示している。さらに、走査対象の画素の輝度値が前記数値範囲以外の場合は、肌等に含まれる画素ではあっても、少なくとも、瞳孔、虹彩、強膜のいずれにも含まれない画素なので、エネイブル信号s0～s2はいずれもオフのままである。なお、前記輝度値は一例にすぎず、適宜変更することができる。

【0035】そして、走査が行われると、走査対象の画素毎に輝度値に応じたエネイブル信号がオンとなり、該エネイブル信号に対応したカウンタがインクリメントされてカウンタ値が1ずつ上昇していく。例えば、図4に示されるような一行の走査線に沿って図における左側から走査が開始されると、まず、走査対象の画素が左側強膜である場合、輝度値が150以上、かつ、200以下であるので、エネイブル信号s2がオンとなり、カウンタNo. 2がインクリメントされる。これにより、画素の数に応じてカウンタNo. 2のカウント値が上昇する。そして、走査対象の画素が左側虹彩になると、今度は輝度値が80以上、かつ、120以下であるので、エネイブル信号s1がオンとなり、カウンタNo. 1がインクリメントされる。これにより、画素の数に応じてカウンタNo. 1のカウント値が上昇する。さらに、走査対象の画素が瞳孔になると、今度は輝度値が60以下であるので、エネイブル信号s0がオンとなり、カウンタNo. 0がインクリメントされる。これにより、画素の

数に応じてカウンタNo. 0のカウンタ値が上昇する。

【0036】したがって、図6に示されるように、前記走査線に沿った画素の数が左側強膜においてA1、左側虹彩においてB1、瞳孔においてC、右側虹彩においてB2、右側強膜においてA2であるならば、左側強膜を走査した場合カウンタNo. 2のカウンタ値がA1となり、左側虹彩を走査した場合カウンタNo. 1のカウンタ値がB1となり、瞳孔を走査した場合カウンタNo. 0のカウンタ値がCとなり、右側虹彩を走査した場合カウンタNo. 1のカウンタ値がB2となり、右側強膜を走査した場合カウンタNo. 2のカウンタ値がA2となるはずである。このことから、カウンタNo. 0～No. 2のカウンタ値が所定の範囲にある場合に、走査対象の画素が左側強膜、左側虹彩、瞳孔、右側虹彩又は右側強膜のいずれにあるのかを判断することができる。

【0037】そこで、本実施の形態においては、カウンタNo. 0～No. 2のカウンタ値に基づいて、瞳孔画素及び虹彩画素があるか否かを調査する瞳孔・虹彩画素調査処理を行う。この場合、カウンタNo. 0～No. 2のカウンタ値が所定の閾(しきい)値以上になった時に、走査対象の画素が左側強膜、左側虹彩、瞳孔、右側虹彩又は右側強膜にあると判断する。ここでは、前記左側強膜、左側虹彩、瞳孔、右側虹彩及び右側強膜閾値に対応する閾値が、それぞれ、a1、b1、c、b2及びa2であるとして説明する。

【0038】まず、図4又は6に示されるような一行の走査線に沿った走査が左側から開始される。なお、カウンタNo. 0～No. 2及びフラグNo. 0～No. 4はすべて初期化されている。なお、走査線の垂直方向

(図における上下方向)のアドレス(位置)yがレジスタNo. 4に格納される。

【0039】そして、走査対象の画素が目の左外側の肌である場合、図5に示されるように、エネイブル信号s0～s2はいずれもオフのままである。続いて、走査対象の画素が左側強膜になると、輝度値が150以上、かつ、200以下であるので、エネイブル信号s2がオンとなり、カウンタNo. 2がインクリメントされる。これにより、画素の数に応じてカウンタNo. 2のカウンタ値が上昇する。そして、カウンタNo. 2のカウンタ値が閾値a1以上になると、現時点で走査している領域が左側強膜であると判断され、すなわち、左側強膜の存在がチェックされて、フラグNo. 0が立てられる。なお、該フラグNo. 0が立てられた時点でカウンタNo. 1及びNo. 2は初期化される。

【0040】続いて、走査対象の画素が左側虹彩になると、輝度値が80以上、かつ、120以下であるので、エネイブル信号s1がオンとなり、カウンタNo. 1がインクリメントされる。ここで、前記フラグNo. 0が立てられた後にエネイブル信号s1がオンになった最初の画素の水平方向(図6における左右方向)のアドレス

x0がレジスタNo. 0に格納される。なお、該アドレスx0は前記虹彩左側境界点に対応する。

【0041】一方、カウンタNo. 1のカウンタ値が閾値b1以上になると、現時点で走査している領域が左側虹彩であると判断され、すなわち、左側虹彩の存在がチェックされて、フラグNo. 1が立てられる。なお、該フラグNo. 1が立てられた時点でカウンタNo. 0及びNo. 2は初期化される。ここで、前記フラグNo. 1が立てられた後にエネイブル信号s1がオフになった最初の画素の水平方向のアドレスx1がレジスタNo. 1に格納される。なお、該アドレスx1は前記瞳孔左側境界点に対応する。

【0042】続いて、走査対象の画素が瞳孔になると、輝度値が150以上、かつ、200以下であるので、エネイブル信号s2がオンとなり、カウンタNo. 2がインクリメントされる。一方、カウンタNo. 2のカウンタ値が閾値c以上になると、現時点で走査している領域が瞳孔であると判断され、すなわち、瞳孔の存在がチェックされて、フラグNo. 2が立てられる。なお、該フラグNo. 2が立てられた時点でカウンタNo. 1及びNo. 2は初期化される。ここで、前記フラグNo. 2が立てられた後にエネイブル信号s2がオフになった最初の画素の水平方向のアドレスx2がレジスタNo. 2に格納される。なお、該アドレスx2は前記瞳孔右側境界点に対応する。

【0043】続いて、走査対象の画素が右側虹彩になると、輝度値が80以上、かつ、120以下であるので、エネイブル信号s1がオンとなり、カウンタNo. 1がインクリメントされる。一方、カウンタNo. 1のカウンタ値が閾値b2以上になると、現時点で走査している領域が右側虹彩であると判断され、すなわち、右側虹彩の存在がチェックされて、フラグNo. 3が立てられる。なお、該フラグNo. 3が立てられた時点でカウンタNo. 0及びNo. 2は初期化される。ここで、前記フラグNo. 3が立てられた後にエネイブル信号s1がオフになった最初の画素の水平方向のアドレスx3がレジスタNo. 3に格納される。なお、該アドレスx3は前記虹彩右側境界点に対応する。

【0044】続いて、走査対象の画素が右側強膜になると、輝度値が60以下であるので、エネイブル信号s0がオンとなり、カウンタNo. 2がインクリメントされる。一方、カウンタNo. 2のカウンタ値が閾値a2以上になると、現時点で走査している領域が右側強膜であると判断され、すなわち、右側強膜の存在がチェックされて、フラグNo. 4が立てられる。なお、該フラグNo. 4が立てられた時点でカウンタNo. 0及びNo. 1は初期化される。

【0045】このように、フラグNo. 0～No. 4がすべて立てられると、前記走査線には瞳孔画素及び虹彩画素があると判断される。

【0046】続いて、前記レジスタNo. 0に格納された値としての虹彩左側境界点に対応する水平方向のアドレスx 0、前記レジスタNo. 3に格納された値としての虹彩右側境界点に対応する水平方向のアドレスx 3、及び、前記レジスタNo. 4に格納された値としての走査線の垂直方向のアドレスy 0が、図7に示されるように、一つの単位にまとめられ、一単位としてスタックエリアに退避させられる。なお、虹彩と瞳孔との境界点である瞳孔左側境界点及び瞳孔右側境界点のアドレスx 1及びx 2は照明等によるノイズの影響を受けて値が不安定になり不正確になりやすいので、前記スタックエリアに退避させなくてもよいが、必要に応じて、レジスタNo. 1及びレジスタNo. 2に格納されたアドレスx 1及びx 2を前記スタックエリアに退避させることもできる。図7にはレジスタNo. 1及びレジスタNo. 2に格納されたアドレスx 1及びx 2を前記スタックエリアに退避させない場合が示されている。

【0047】また、前記アドレスx 0、アドレスx 3及びアドレスy 0を退避させた回数はカウンタNo. 3によってカウントされる。すなわち、一行の走査線に関するアドレスx 0、アドレスx 3及びアドレスy 0を退避させる度にカウンタNo. 3の値がインクリメントされる。そのため、カウンタNo. 3の値は、瞳孔画素及び虹彩画素があると判断された走査線の数を示すことになる。

【0048】続いて、瞳孔・虹彩幅最大値チェック処理が行われる。まず、前記レジスタNo. 3に格納された値からレジスタNo. 0に格納された値を減じることによって、虹彩の幅に対応する値を得ることができる。そして、該値をレジスタNo. 6に格納する。また、前記レジスタNo. 2に格納された値からレジスタNo. 1に格納された値を減じることによって、瞳孔の幅に対応する値を得ることができる。そして、該値をレジスタNo. 5に格納する。なお、前述したように、レジスタNo. 1及びレジスタNo. 2の値が不正確になりやすいので、瞳孔の幅は参考として使用される。

【0049】続いて、レジスタNo. 6の値をレジスタNo. 8の値と比較する。ここで、該レジスタNo. 8には、過去において最大であった瞳孔の幅に対応する値が格納されている。したがって、レジスタNo. 6の値がレジスタNo. 8の値より大である場合、前記レジスタNo. 6の値が最大値となるので、該レジスタNo. 6の値をレジスタNo. 8に格納することによって、該レジスタNo. 8の値を更新する。また、レジスタNo. 9には過去において最大であった瞳孔の幅に対応するカウンタNo. 3の値が格納されるようになっているので、レジスタNo. 9の値も、前記カウンタNo. 3の値を格納することによって更新される。そして、次の走査線に沿って走査を行い、瞳孔画素及び虹彩画素があるか否かを調査する瞳孔・虹彩画素調査処理を行う。

【0050】一方、前記走査線には瞳孔画素及び虹彩画素が無いと判断された場合には、アドレスx 0、アドレスx 3及びアドレスy 0を退避させた回数であるカウンタNo. 3の値が所定数 α （例えば、10）未満であるか否かを判断する。そして、カウンタNo. 3の値が前記 α 未満である場合には、瞳孔・虹彩画素調査処理を行った走査線の数でないので、次の走査線に沿って走査を行い、瞳孔画素及び虹彩画素があるか否かを調査する瞳孔・虹彩画素調査処理を行う。

10 【0051】また、カウンタNo. 3の値が前記 α 未満でない場合には、瞳孔・虹彩画素調査処理を行った走査線の数十分に多いので、虹彩円の初期検出を行う。この場合、前記スタックエリアに退避させたレジスタNo. 0に格納された値としての虹彩左側境界点に対応する水平方向のアドレスx 0、レジスタNo. 3に格納された値としての虹彩右側境界点に対応する水平方向のアドレスx 3、及び、レジスタNo. 4に格納された値としての走査線の垂直方向のアドレスy 0に基づいて、図8に示されるように、複数組の虹彩左側境界点及び虹彩右側境界点の境界点の座標を定めることができる。図8においてxは、虹彩左側境界点及び虹彩右側境界点、すなわち、虹彩境界点を示している。そして、複数の前記虹彩境界点の重心を虹彩円の中心として該中心の座標を算出する。また、半径は、前記中心から各虹彩境界点までの距離の平均値とする。なお、前記中心の座標及び半径の初期値の算出に使用する虹彩境界点の座標は、虹彩幅が最大値を採った時の走査線の近辺に存在する走査線上の虹彩境界点の座標とする。

20 【0052】続いて、瞳孔円の初期検出を行う。この場合、中心の座標の初期値として、前記虹彩円の中心の座標を使用する。また、半径は瞳孔と虹彩との境界点である瞳孔左側境界点及び瞳孔右側境界点、すなわち、瞳孔境界点と初期の中心との距離とする。

【0053】これにより、瞳孔円及び虹彩円が初期検出される。

【0054】次に、フローチャートについて説明する。まず、瞳孔円及び虹彩円の初期検出の全体動作を示すフローチャートについて説明する。

ステップS1 初期化する。

40 ステップS2 輝度値を比較する。

ステップS3 カウントする。

ステップS4 瞳孔・虹彩画素調査処理を行う。

ステップS5 瞳孔・虹彩画素があるか否かを判断する。瞳孔・虹彩画素がある場合はステップS6に進み、瞳孔・虹彩画素がない場合はステップS8に進む。

ステップS6 瞳孔と虹彩との境界点座標を退避する。

ステップS7 瞳孔・虹彩幅最大値チェック処理を行い、ステップS1に戻る。

50 ステップS8 退避回数が値 α 以上であるか否かを判断する。退避回数が値 α 以上である場合はステップS9に

進み、退避回数が値 α 未満である場合はステップS1に戻る。

ステップS9 虹彩円の初期検出を行う。

ステップS10 瞳孔円の初期検出を行い、処理を終了する。

【0055】次に、瞳孔・虹彩画素調査処理の動作を示すフローチャートについて説明する。

ステップS4-1 左側強膜の存在をチェックする。

ステップS4-2 左側虹彩の存在をチェックする。

ステップS4-3 瞳孔の存在をチェックする。

ステップS4-4 右側虹彩の存在をチェックする。

ステップS4-5 右側強膜の存在をチェックし、処理を終了する。

【0056】次に、瞳孔・虹彩幅最大値チェック処理を示すフローチャートについて説明する。ステップS7-1 レジスタ3の値からレジスタ0の値を減算した値をレジスタ6に格納し、レジスタ2の値からレジスタ1の値を減算した値をレジスタ5に格納する。ステップS7-2 レジスタ6の値とレジスタ8の値とを比較し、レジスタ6の値がレジスタ8の値より大きい場合はステップS7-3に進み、レジスタ6の値がレジスタ8の値以下である場合は、処理を終了する。ステップS7-3 カウンタ3の値をレジスタ9に格納し、レジスタ6の値をレジスタ8に格納する。

【0057】このように、本実施の形態においては、瞳孔円及び虹彩円を初期検出するようになっている。この場合、暗領域の周辺領域も調査対象に含めることによって、瞳孔を探索するための候補領域を一つに特定することができ、処理時間を短縮することができる。そのため、眼画像データをメモリに書き込むための極めて短時間の間に瞳孔円及び虹彩円の初期検出を行うことができるので、該初期検出の後に行われるアイリスコード生成に適した眼画像か否かの判定を短時間で行うことができる。したがって、アイリスコード生成に適した眼画像に基づいてアイリスコードを生成するまでの総体的な処理時間を効果的に短縮することができる。

【0058】また、瞳孔・虹彩円の初期検出を、虹彩境界点及び瞳孔境界点だけを使用して行うようになっている。そのため、瞳孔及び虹彩領域の中央付近で発生する確率の高い照明等によるノイズの影響を無視することができる。

【0059】さらに、瞳孔円及び虹彩円の初期の検出を行うことによって、その後に行われる虹彩円概略検出に*

$$R \pm 3 \times k \quad (k = 0, 1, \dots, m \text{ (} m \text{は適切な値)}) \dots \text{式(1)}$$

そして、境界半径の値毎に $2 \times k + 1$ 個の虹彩円概略検出用テンプレートを用意する。

【0065】ここで、前記虹彩円概略検出用テンプレートは、図13に示されるように、ブロック1～ブロック8の八つのブロックに分かれている。そして、外側ブロック(ブロック1、ブロック3、ブロック5、ブロック

*おける探索範囲を削減することができる。

【0060】次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。

【0061】図11は本発明の第2の実施の形態における虹彩円概略検出の動作を示すフローチャート、図12は本発明の第2の実施の形態における虹彩円の中心を探索するフィードバック処理を示す図、図13は本発明の第2の実施の形態における虹彩円概略検出用テンプレートを示す図、図14は本発明の第2の実施の形態におけるブロックについての判定結果を示す表、図15は本発明の第2の実施の形態における中心位置を示す表である。

【0062】本実施の形態においては、前記第1の実施の形態において説明した瞳孔円及び虹彩円の初期検出を行った後に行われる虹彩円概略検出について説明する。この場合、探索対象の中心の周辺における輝度分布を調査し、該輝度分布の調査結果に基づいて、次の探索の中心位置を決め、フィードバックをかけて虹彩円概略検出を行うようになっている。そして、該虹彩円概略検出を行う時に、設定された虹彩円の中心の周辺領域の輝度分布を調査し、その調査結果をフィードバックして、次回に設定される中心(より良い中心)を求めることによって、より少ない探索回数で虹彩円の中心を検出することができるようになっている。

【0063】まず、探索対象となる中心を設定する。なお、一回目の中心は、前記第1の実施の形態において説明した瞳孔円及び虹彩円の初期検出によって設定された虹彩円の中心である。この場合、図12に示されるように、前記一回目の中心は、真の中心(図において黒丸で示される点)の周辺の位置①～⑧のいずれかに該当すると考えることができる。

【0064】続いて、図13に示されるような虹彩円概略検出用テンプレートを作成して、輝度分布を調査する。この場合、前記初期検出によって設定された虹彩円の半径に基づいて、外側ブロックと内側ブロックとの境界となる半径、すなわち、境界半径を設定し、虹彩円概略検出用テンプレートを作成する。そして、該虹彩円概略検出用テンプレートを利用して輝度分布を調査し、調査結果が良くない場合には、境界半径の値を変更して虹彩円概略検出用テンプレートを作成し直すようになっている。この時、境界半径の値は、前記初期検出によって設定された虹彩円の半径の値をRとすると、次の式

(1) によって算出することができる。

7)は強膜の画素を判定するためのものであり、内側ブロック(ブロック2、ブロック4、ブロック6、ブロック8)は虹彩の画素を判定するためのものである。なお、各ブロックに対する画素数は適宜決定される。

【0066】続いて、虹彩円概略検出用テンプレートを前記一回目の中心に一致させて、眼画像における画素の

中で、前記ブロック1～ブロック8に対応する画素の輝度を調査する。この場合、強膜の輝度の下限値、例えば、150を閾値として眼画像を2値化する。すなわち、輝度が150以上である画素の値を1とし、輝度が150未満である画素の値を0とする。そして、前記ブロック1～ブロック8のそれぞれに対応する画素の輝度の合計である輝度和を算出する。そして、値が1の画素の割合と値が0の画素の割合に基づいて、図14に示される表に従って、判定する。なお、外側ブロックは強膜の画素を判定するためのものなので1が多いことが理想であり、内側ブロックは虹彩の画素を判定するためのものなので0が多いことが理想である。

【0067】続いて、概略検出判定を行う。この場合、境界半径の異なる虹彩円概略検出用テンプレート毎に、外側ブロックの輝度和、すなわち、外側部輝度和、及び、内側ブロックの輝度和、すなわち、内側部輝度和を算出する。そして、すべての虹彩円概略検出用テンプレートについて、外側部輝度和から内側部輝度和を減じた値、すなわち、外側部輝度和－内側部輝度和の最大値が、閾値以上となることをチェックする。なお、外側部輝度和－内側部輝度和の上限値（外側部すべて1、内側部すべて0）の90〔%〕を概略検出判定の閾値とすることが望ましい。そして、閾値以上である場合は、概略検出を終了する。ここで、最大値を採った場合の中心座標及び境界半径は、その後の虹彩円詳細検出において、虹彩円の中心座標及び半径として使用される。

【0068】次に、虹彩円の中心を探索するフィードバック処理について説明する。

【0069】前述したように、図12に示されるように、フィードバック処理において、初期検出によって設定された虹彩円の中心の位置は、真の中心の周辺の位置①～⑧のいずれかに該当すると考えることができる。例えば、初期検出によって設定された中心の位置が⑥であった場合、⑥の周辺の輝度分布の調査結果に基づいて、次回以降に設定される中心の位置、すなわち、次回探索対象となる中心位置を、図12に示されるように真の中心に接近させながら行っていく。

【0070】前記フィードバック処理においては、概略検出判定を行った結果として、外側部輝度和－内側部輝度和の最大値が閾値より小さい場合、ブロック1～ブロック8について行ったOK、NG及び－の結果に基づいて、次回探索対象となる中心位置を図15に従って決定する。図15において、中心位置①～⑧は、探索対象となった中心位置が、図12における①～⑧の近辺に位置していた場合を想定したものである。なお、図15の中心位置①～⑧のいずれにも該当しない場合は、現在の中心位置の近辺から縦横±1/m×Rの全範囲において中心位置を探索する。また、図15の中心位置①～⑧に該当した場合は、図15に従って中心位置の探索を継続する。なお、mは適切な値であり、Rは初期半径である。

【0071】次に、フローチャートについて説明する。

ステップS11 中心を設定する。

ステップS12 境界半径を設定する。

ステップS13 ブロック1～ブロック8の輝度を調査する。

ステップS14 概略検出判定を行い、閾値以上である場合は処理を終了し、閾値より小さい場合はステップS11に戻る。

【0072】このように、本実施の形態においては、概略検出判定の閾値を外側部輝度和－内側部輝度和の上限値の90〔%〕とすることによって、初期検出値が良好な場合は、中心の探索回数を一回～数回以内で概略検出を終了することができる。したがって、極めて短時間で虹彩円概略検出を行うことができる。また、初期検出値があまり良好でない場合でも、フィードバック処理を行うことによって、虹彩円の中心を探索する回数を削減することができる。

【0073】次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。なお、第1の実施の形態と同じ構造を有するものについては、同じ符号を付与することによってその説明を省略する。

【0074】図16は本発明の第3の実施の形態における瞳孔円及び虹彩円の初期検出の全体動作を示すフローチャート、図17は本発明の第3の実施の形態における間引き行走査の概略を示す図、図18は本発明の第3の実施の形態における虹彩境界点を示す図、図19は本発明の第3の実施の形態におけるスタックエリアを示す第1の図、図20は本発明の第3の実施の形態におけるスタックエリアを示す第2の図である。

【0075】本実施の形態においては、瞳孔円及び虹彩円の初期検出の動作において瞳孔円及び虹彩円を検出するために、例えば、1024（画素）×768（画素）の大きさの眼画像データに対して、走査線を間引きして走査する間引き行走査を行い、さらに、詳細走査を行うための長方形領域を設定するようになっている。この場合、間引きの間隔は100行とすることが望ましく、間引き行走査の順番は、図17に示されるように、画像の中央の行から開始することが望ましい。なお、本実施の形態においては、前記眼画像が記憶手段としてのメモリから読み出される時に、前記瞳孔円及び虹彩円の初期検出を行うようになっている。

【0076】続いて、前記第1の実施の形態における瞳孔・虹彩画素調査処理と同様に、フラグNo. 0～No. 4がすべて立てられるか否かを走査線毎に判断し、瞳孔・虹彩領域をチェックする。なお、図17は、3回目の瞳孔・虹彩領域チェックにおいて選択した走査線に沿った走査によって、フラグNo. 0～No. 4がすべて立てられた場合を示している。

【0077】次に、瞳孔・虹彩画素チェックによって求められた虹彩左側境界点（レジスタNo. 0に格納）及

び虹彩右側境界点（レジスタNo. 3に格納）に基づいて、詳細走査を行う長方形領域を図18において実線で囲まれる領域のように決定する。図18において、 (x_0, y_0) は虹彩左側境界点のアドレスとしての座標を、 (x_3, y_0) は虹彩右側境界点のアドレスとしての座標を表している。なお、 y_0 は、図17に示される3回目の瞳孔・虹彩領域チェックにおいて選択した走査線の垂直方向のアドレスである。また、 a 、 b は瞳孔・虹彩領域を覆うのに適切な値とする。

【0078】そして、前記長方形領域において、走査線をより少ない間引き間隔で選択して走査する詳細行走査を行う。この場合、詳細行走査は、瞳孔・虹彩領域チェックで検出された行の上方向から開始され、間引きの間隔は四行とする。

【0079】以降の動作については、前記第1の実施の形態と同様であるが、本実施の形態においては、長方形領域を上方向と下方向との二回に分けて詳細走査を行う点において相違する。そのため、本実施の形態においては、虹彩円初期検出に使用する虹彩境界点の座標が、スタックエリア内で特別な配列となることがある。

【0080】すなわち、図19に示されるような通常の配列と、図20に示されるような特別な配列とが存在する。ここで、図20に示されるような特別な配列の場合は、虹彩幅が最大となる虹彩境界点の座標と、その一単位上に位置する虹彩境界点の座標と、逆方向最下位置にある虹彩境界点の座標とを使用して、虹彩円初期検出を行う。なお、虹彩円初期検出に使用する虹彩境界点の座標は、図19及び20において網掛け表示されている。

【0081】次に、フローチャートについて説明する。
ステップS21 間引き行走査を行う。

ステップS22 瞳孔・虹彩領域チェックを行い、ヒットした場合はステップS23に進み、エラーである場合はステップS21に戻る。

ステップS23 長方形領域を設定する。

ステップS24 初期化を行う。

ステップS25 輝度値を比較する。

ステップS26 カウントする。

ステップS27 瞳孔・虹彩画素調査処理を行う。

ステップS28 瞳孔・虹彩画素があるか否かを判断する。瞳孔・虹彩画素がある場合はステップS29に進み、瞳孔・虹彩画素がない場合はステップS31に進む。

ステップS29 瞳孔と虹彩との境界点座標を退避する。

ステップS30 瞳孔・虹彩幅最大値チェック処理を行い、ステップS24に戻る。

ステップS31 下方向の走査が終了したか否かを判断する。下方向の走査が終了した場合はステップS32に進み、下方向の走査が終了していない場合はステップS24に戻る。

ステップS32 虹彩円の初期検出を行う。

ステップS33 瞳孔円の初期検出を行い、処理を終了する。

【0082】このように、本実施の形態においては、瞳孔円及び虹彩円を初期検出する場合に、走査線を間引いて走査を行うようになっている。そのため、処理時間を短縮することができる。

【0083】次に、本発明の第4の実施の形態について説明する。なお、第1の実施の形態と同じ構造を有するものについては、同じ符号を付与することによってその説明を省略する。

【0084】図21は本発明の第4の実施の形態における眼画像の判定の動作を示すローチャートである。

【0085】本実施の形態においては、瞳孔半径の最大値と最小値との差を求め、該差が一定値以内である場合に、眼画像を写真であると判定するようになっている。この場合、前記眼画像に対して、光を照射し、瞳孔の散瞳・縮瞳をチェックすることによって、写真又は実物の判定を行う。

【0086】まず、1番目のフレームから a 番目のフレームまでの眼画像の瞳孔円の半径 $R_1 \sim R_a$ を求める（ a は適宜設定された値）。続いて、半径 $R_1 \sim R_a$ の最大値及び最小値を求め、その差が値 d （ d は適宜設定された値）以内である場合は、眼画像は写真であると判定される。

【0087】次に、フローチャートについて説明する。
ステップS41 1番目のフレームの眼画像の瞳孔円の半径 R_1 を算出する。

ステップS42 2番目のフレームの眼画像の瞳孔円の半径 R_2 を算出する。

ステップS43 a 番目のフレームの眼画像の瞳孔円の半径 R_a を算出する。

ステップS44 瞳孔円の半径 $R_1 \sim R_a$ の最大値及び最小値を算出する。

ステップS45 写真であるか実物であるかを判定する。

【0088】このように、本実施の形態においては、眼画像が写真であるか実物であるかの判定を、瞳孔が散瞳・縮瞳をしていないを判定基準として行うようになっている。そのため、眼画像が写真であるか実物であるかの判定のための処理を簡単にすることができる。

【0089】次に、本発明の第5の実施の形態について説明する。なお、第1の実施の形態と同じ構造を有するものについては、同じ符号を付与することによってその説明を省略する。

【0090】図22は本発明の第5の実施の形態における平均輝度の算出方法を示す図である。

【0091】本実施の形態においては、図22に示されるように、4画素単位の平均輝度を算出し、該平均輝度を比較してカウントする。なお、前記4画素単位の平均

輝度は、次の式(2)によって算出することができる。

$$1/4 \times (\textcircled{1} + \textcircled{2} + \textcircled{3} + \textcircled{4}) \cdots (2)$$

このように、本実施の形態においては、4画素単位の平均輝度を算出し、該平均輝度を比較してカウントするようになっている。そのため、画素値の比較を安定して行うことができる。

【0092】次に、本発明の第6の実施の形態について説明する。なお、第1の実施の形態と同じ構造を有するものについては、同じ符号を付与することによってその説明を省略する。

【0093】図23は本発明の第5の実施の形態における境界点の座標データにノイズがあるか否かを判断するための動作を示すフローチャートである。

【0094】本実施の形態においては、ノイズを含む境界点の座標データを破棄するようになっている。この場合、境界前記点の座標データにノイズがあるか否かを判断する。そして、ノイズがないと判断した場合は境界点の座標をスタックエリアに退避し、ノイズがあると判断した場合は境界点の座標をスタックエリアに退避せずに破棄する。

【0095】次に、フローチャートについて説明する。
ステップS51 ノイズがあるか否かを判断する。ノイズがない場合はステップS52に進み、ノイズがある場合はステップS53に進む。

ステップS52 境界点座標を退避し、処理を終了する。

ステップS53 境界点座標を退避せずに破棄して、処理を終了する。

【0096】このように、本実施の形態においては、ノイズを含む境界点の座標データをスタックエリアに退避することなく、破棄することによって、瞳孔円及び虹彩円の誤検出を防止することができる。

【0097】なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々変形させることが可能であり、それらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0098】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、瞳孔円及び虹彩円を検出するための探索範囲を削減し、瞳孔円及び虹彩円を検出するための探索回数を削減するので、探索処理量が少なくすることができ、探索時間を短くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における瞳孔円及び虹彩円の初期検出の全体動作を示すフローチャートである。

【図2】本発明の第1の実施の形態における瞳孔・虹彩円検出装置の構成を示す図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態における眼画像を説

明する図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態におけるフラグとカウンタの対応を説明する図である。

【図5】本発明の第1の実施の形態におけるエネイブル信号の対応する輝度値を示す表である。

【図6】本発明の第1の実施の形態におけるカウント値と強膜、虹彩及び瞳孔との対応を説明する図である。

【図7】本発明の第1の実施の形態におけるスタックエリアを示す図である。

10 【図8】本発明の第1の実施の形態における虹彩境界点を示す図である。

【図9】本発明の第1の実施の形態における瞳孔・虹彩画素調査処理の動作を示すフローチャートである。

【図10】本発明の第1の実施の形態における瞳孔・虹彩幅最大値チェック処理の動作を示すフローチャートである。

【図11】本発明の第2の実施の形態における虹彩円概略検出の動作を示すフローチャートである。

20 【図12】本発明の第2の実施の形態における虹彩円の中心を探索するフィードバック処理を示す図である。

【図13】本発明の第2の実施の形態における虹彩円概略検出用テンプレートを示す図である。

【図14】本発明の第2の実施の形態におけるブロックについての判定結果を示す表である。

【図15】本発明の第2の実施の形態における中心位置を示す表である。

【図16】本発明の第3の実施の形態における瞳孔円及び虹彩円の初期検出の全体動作を示すフローチャートである。

30 【図17】本発明の第3の実施の形態における間引き行走査の概略を示す図である。

【図18】本発明の第3の実施の形態における虹彩境界点を示す図である。

【図19】本発明の第3の実施の形態におけるスタックエリアを示す第1の図である。

【図20】本発明の第3の実施の形態におけるスタックエリアを示す第2の図である。

【図21】本発明の第4の実施の形態における眼画像の判定の動作を示すフローチャートである。

40 【図22】本発明の第5の実施の形態における平均輝度の算出方法を示す図である。

【図23】本発明の第5の実施の形態における境界点の座標データにノイズがあるか否かを判断するための動作を示すフローチャートである。

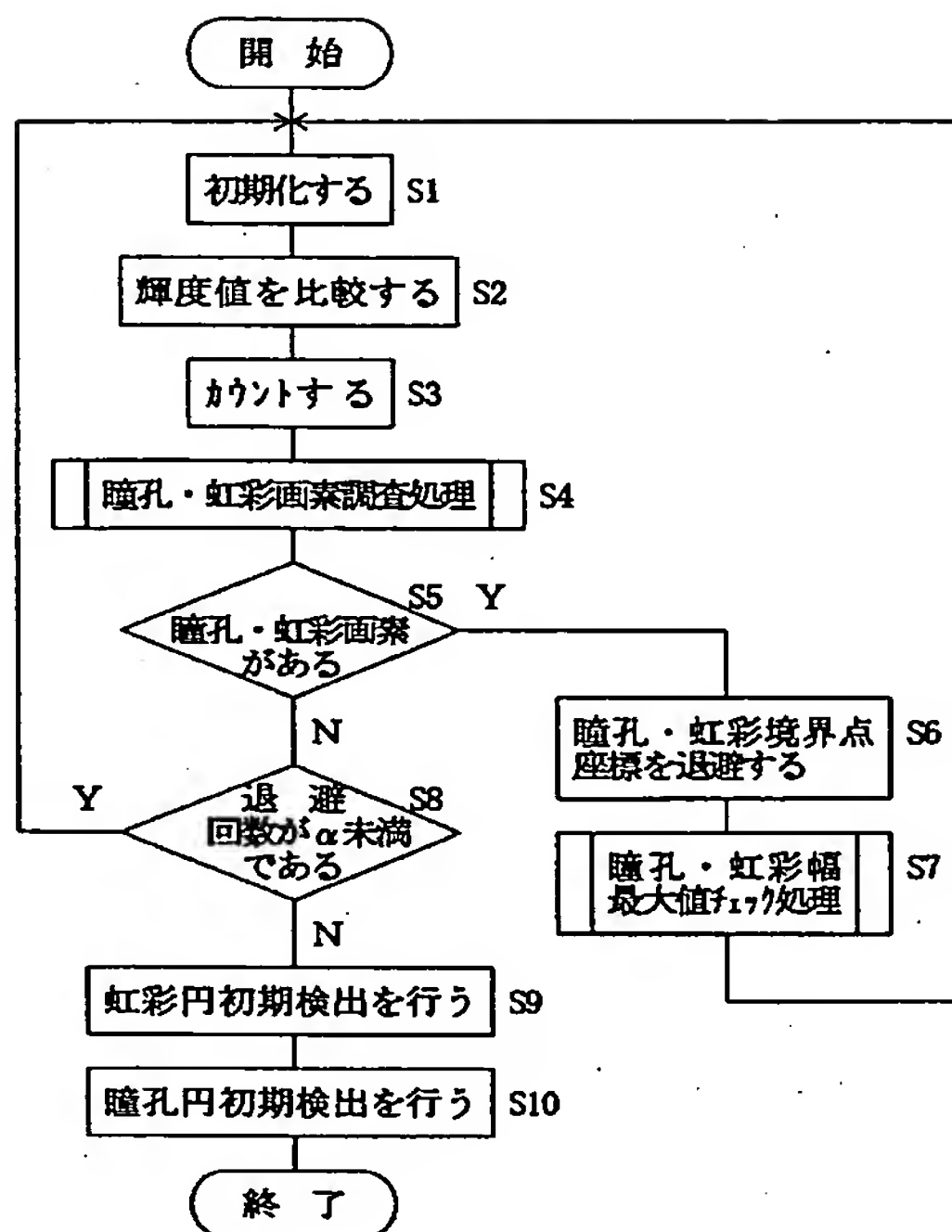
【符号の説明】

10 瞳孔・虹彩円検出装置

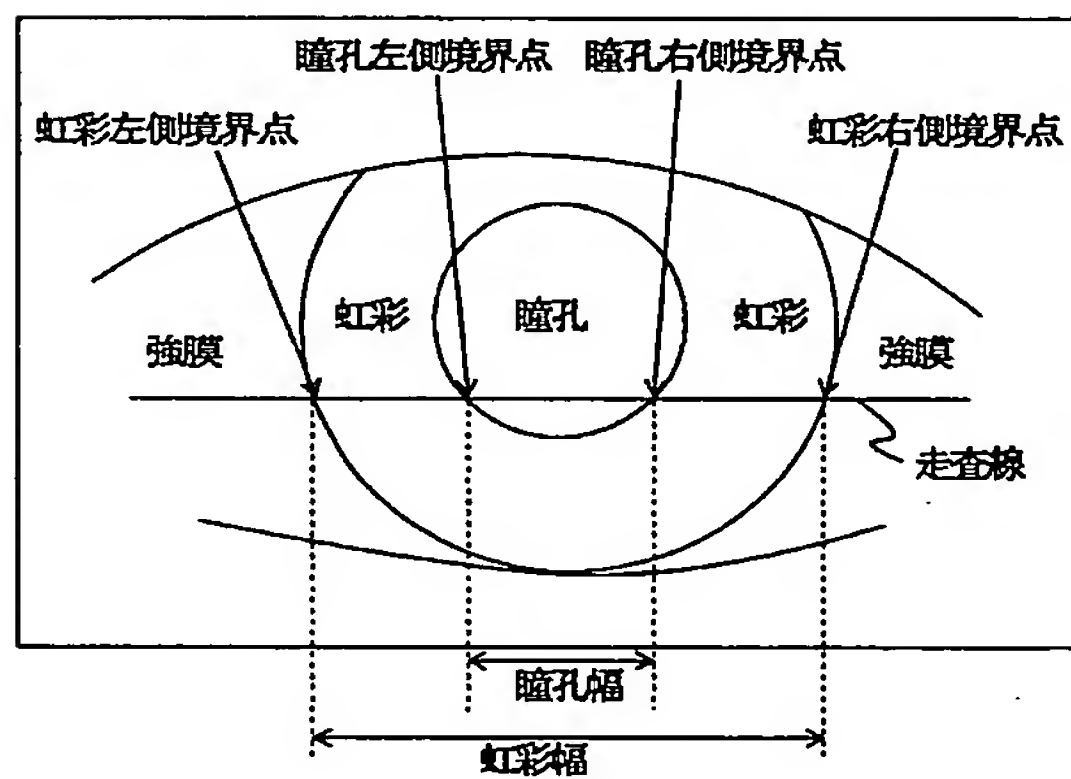
11 画像取得部

12 検出判定部

【図 1】



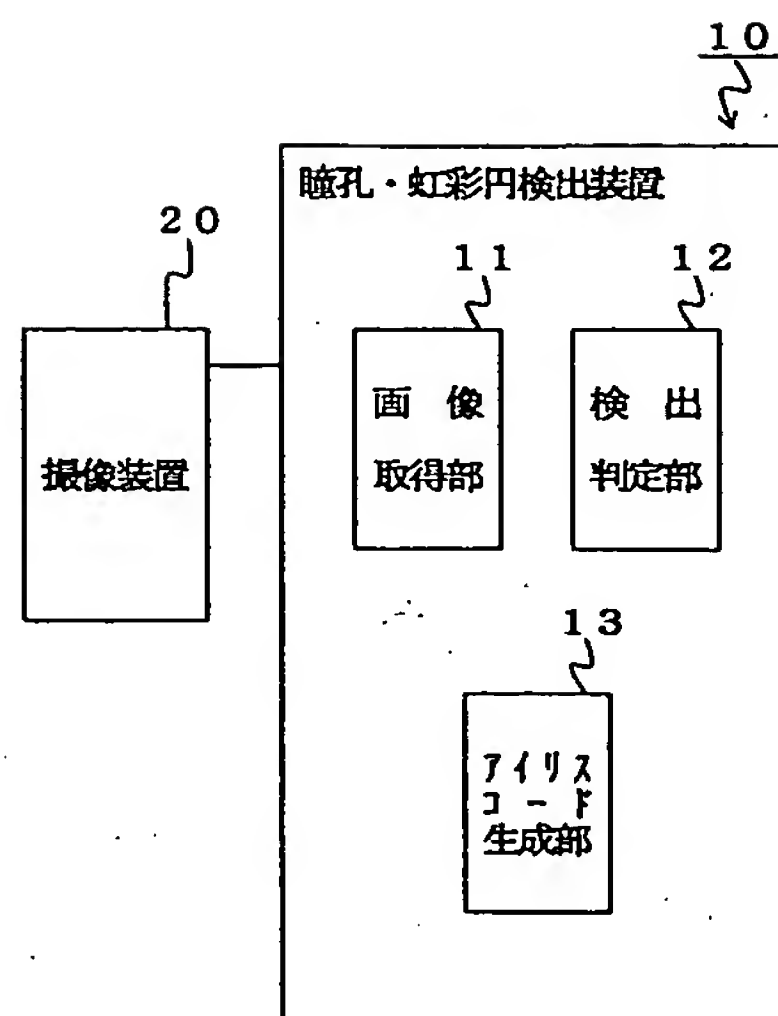
【図 3】



【図 5】

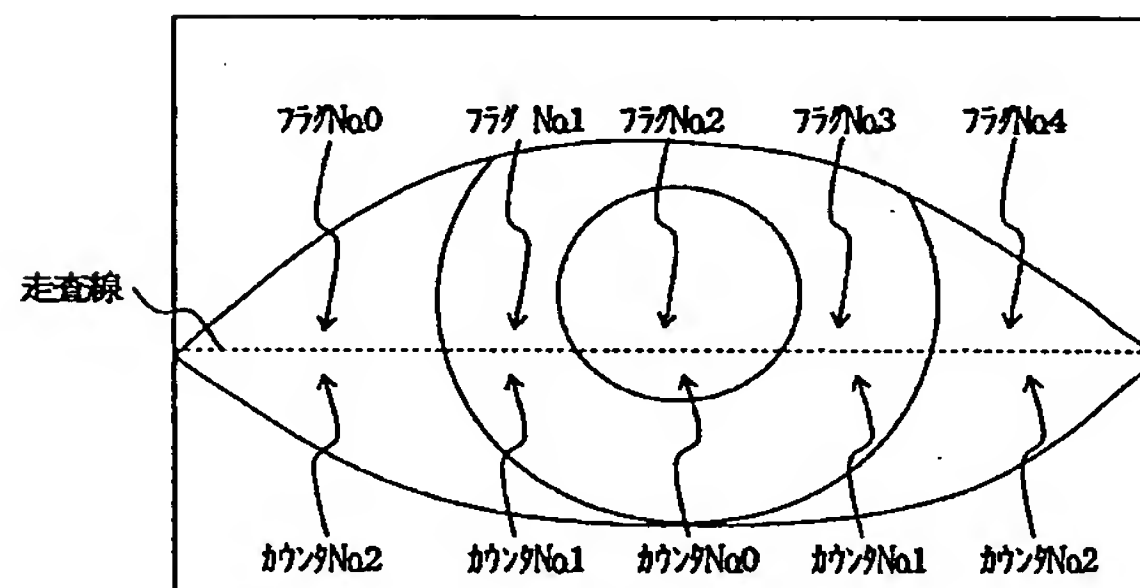
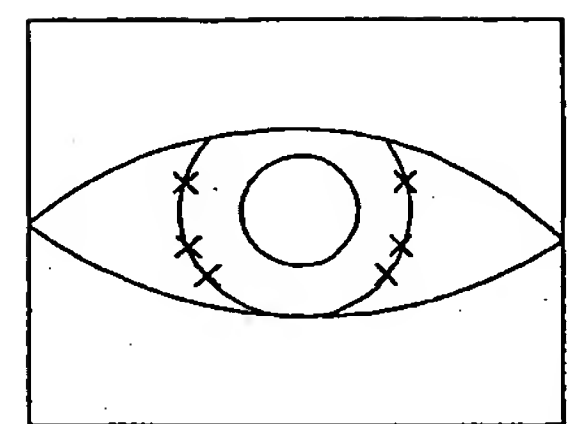
| | 輝 度 値 | | | |
|--------|-------|--------------|---------------|-----|
| 閾 値 | 60 以下 | 80 以上 120 以下 | 150 以上 200 以下 | 他 |
| s 0 | ON | OFF | OFF | OFF |
| s 1 | OFF | ON | OFF | OFF |
| s 2 | OFF | OFF | ON | OFF |
| 対応する画像 | 瞳孔 | 虹 彩 | 強 膜 | 肌 |

【図 2】

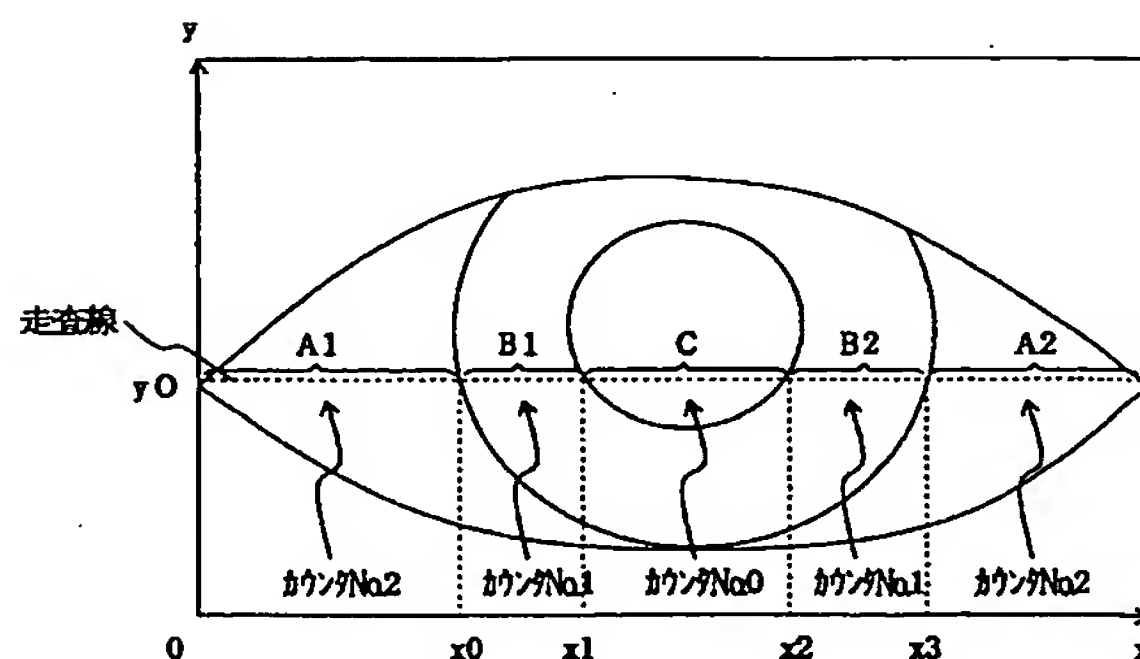


【図 4】

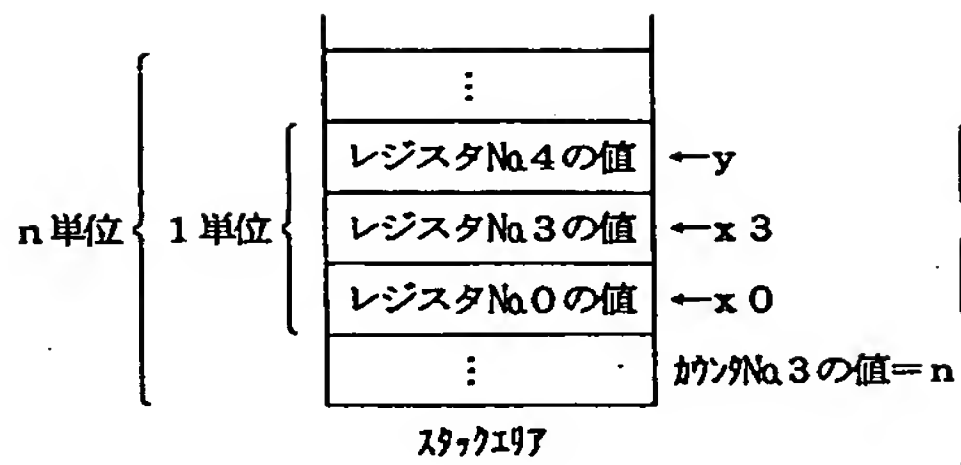
【図 8】



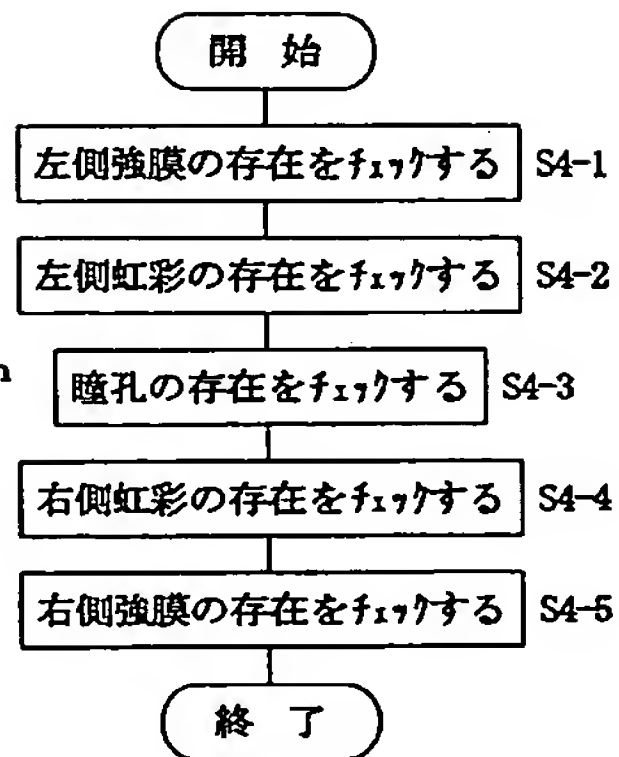
【図 6】



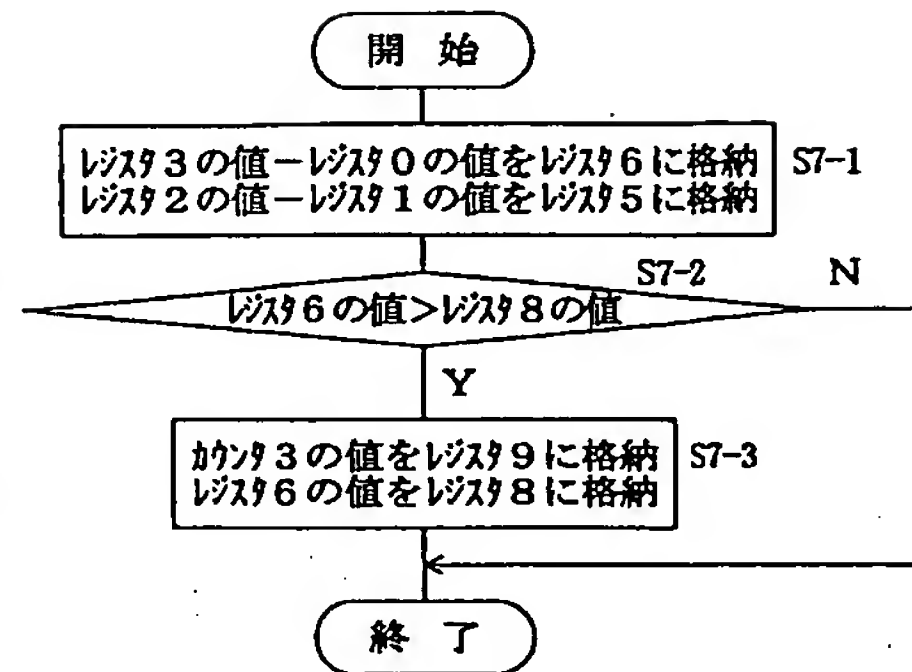
【図7】



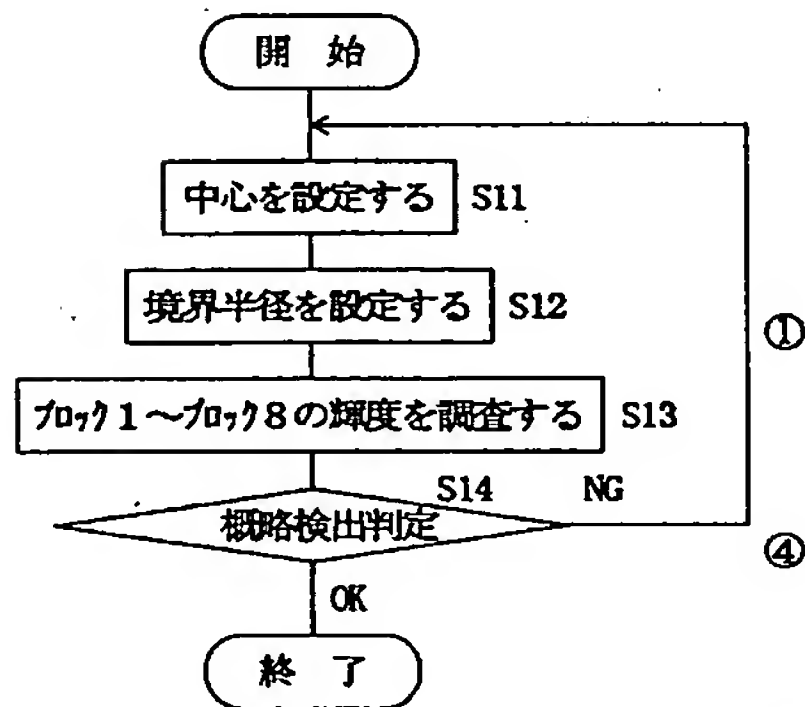
【図9】



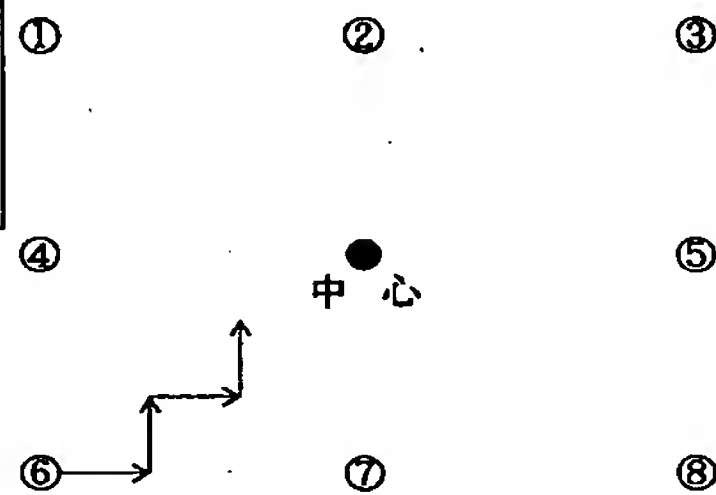
【図10】



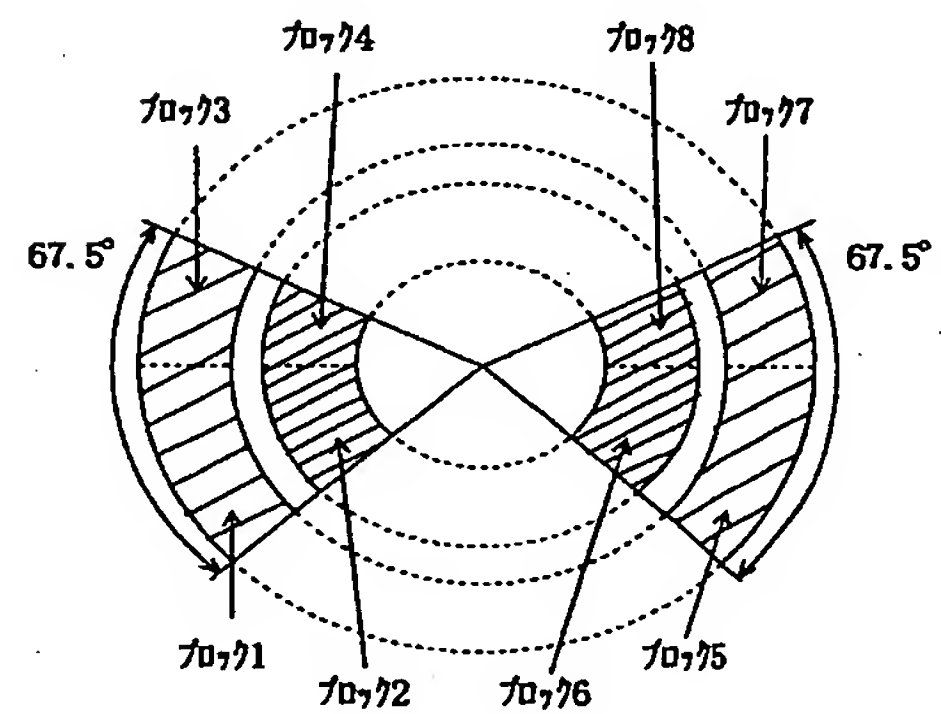
【図11】



【図12】



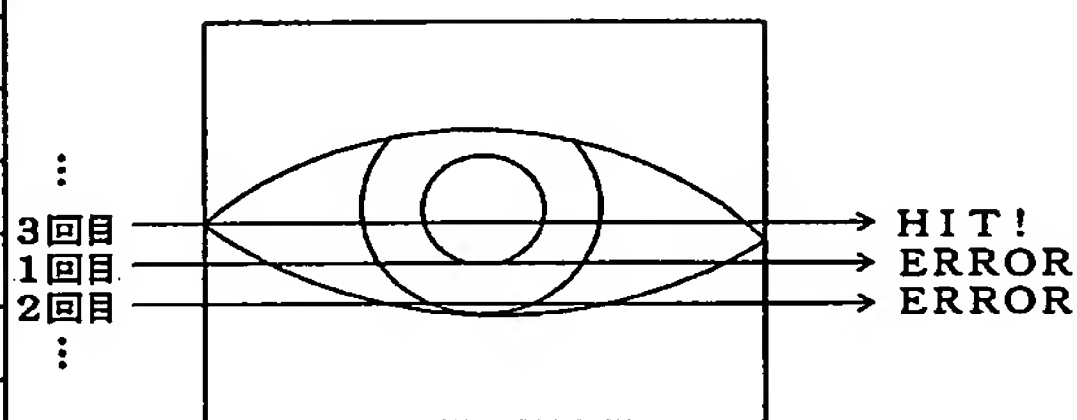
【図13】



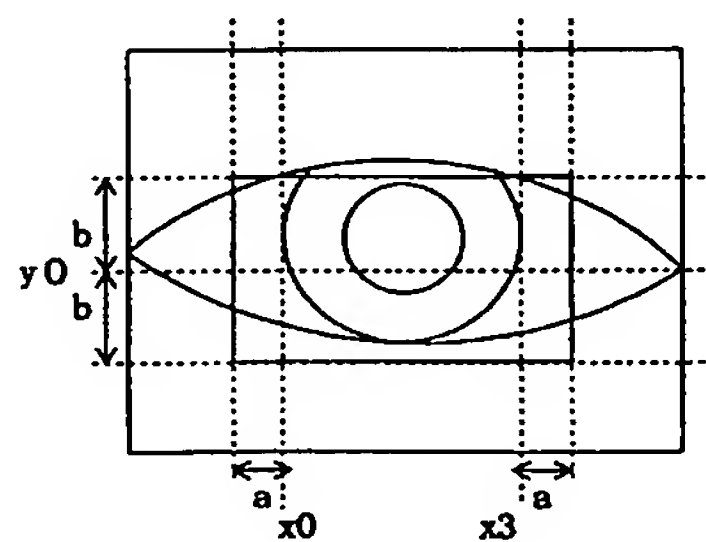
【図15】

| | | 中心位置 | | | | | | | |
|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ |
| ポット1 | 1071 | OK | OK | OK | OK | - | - | NG | NG |
| ポット2 | 1072 | NG | NG | NG | - | OK | - | OK | OK |
| ポット3 | 1073 | OK | OK | OK | - | OK | NG | NG | - |
| ポット4 | 1074 | NG | NG | NG | OK | - | OK | OK | - |
| ポット5 | 1075 | - | NG | NG | OK | - | OK | OK | OK |
| ポット6 | 1076 | - | OK | OK | - | OK | NG | NG | NG |
| ポット7 | 1077 | NG | NG | - | - | OK | OK | OK | OK |
| ポット8 | 1078 | OK | OK | - | OK | - | NG | NG | NG |
| 次回探索 | x方向 | +3 | 0 | -3 | +3 | -3 | +3 | 0 | -3 |
| 中心位置 | y方向 | -3 | -3 | -3 | 0 | 0 | +3 | +3 | +3 |

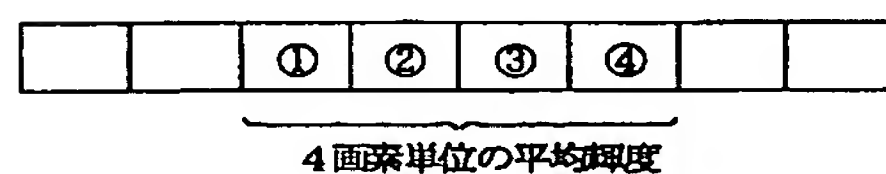
【図17】



【図18】



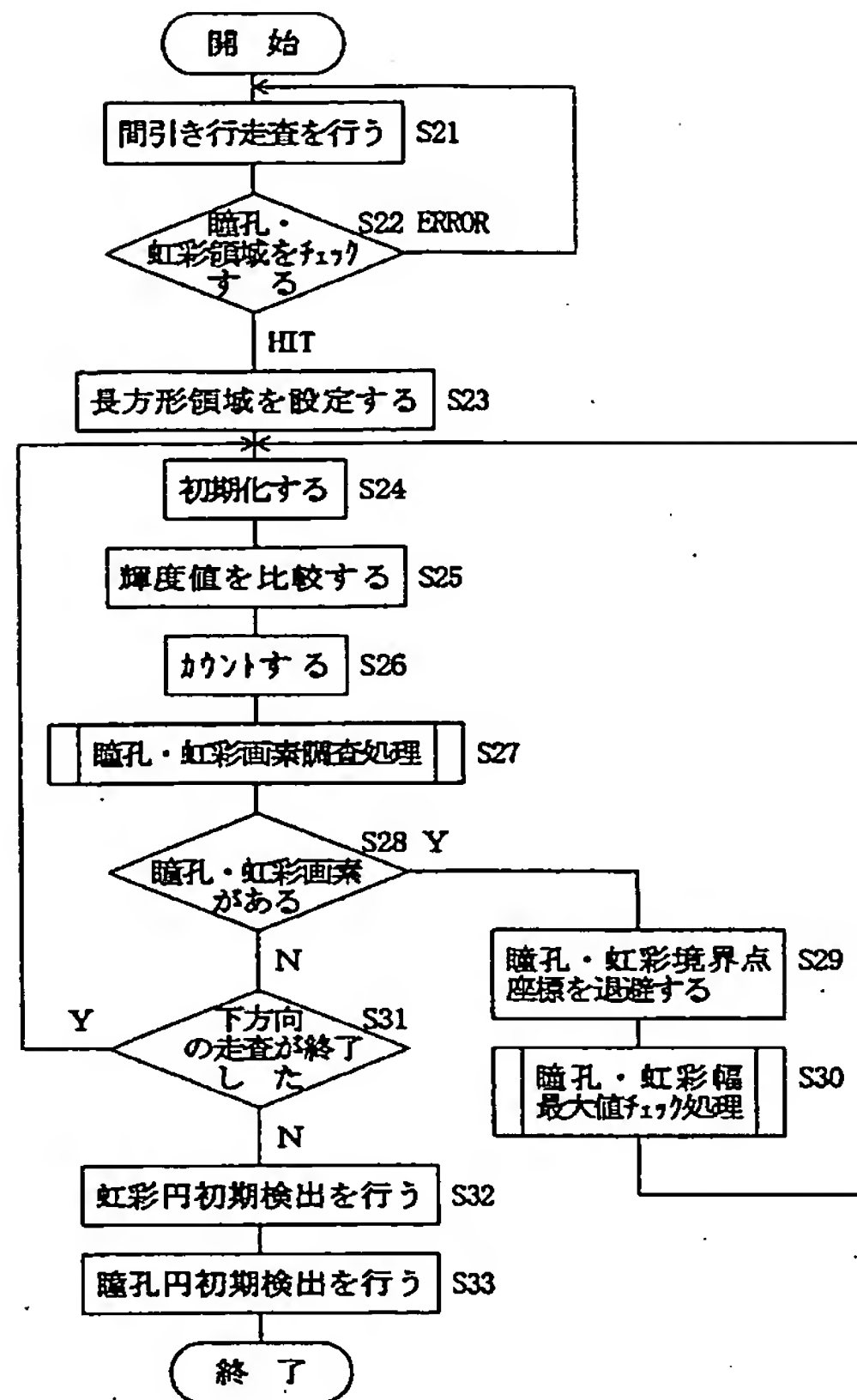
【図22】



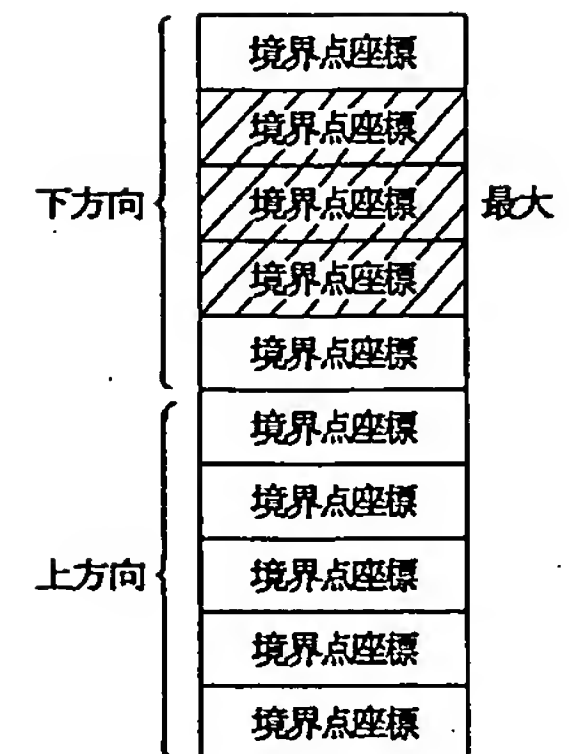
【図14】

| | 1の画素数 | 0の画素数 | 判定 |
|-------|-----------|-----------|----|
| 70771 | 90 [%] 以上 | 10 [%] 未満 | OK |
| | 10 [%] 未満 | 90 [%] 以上 | NG |
| | その他 | | — |
| 70772 | 90 [%] 以上 | 10 [%] 未満 | NG |
| | 10 [%] 未満 | 90 [%] 以上 | OK |
| | その他 | | — |
| 70773 | 90 [%] 以上 | 10 [%] 未満 | OK |
| | 10 [%] 未満 | 90 [%] 以上 | NG |
| | その他 | | — |
| 70774 | 90 [%] 以上 | 10 [%] 未満 | NG |
| | 10 [%] 未満 | 90 [%] 以上 | OK |
| | その他 | | — |
| 70775 | 90 [%] 以上 | 10 [%] 未満 | OK |
| | 10 [%] 未満 | 90 [%] 以上 | NG |
| | その他 | | — |
| 70776 | 90 [%] 以上 | 10 [%] 未満 | NG |
| | 10 [%] 未満 | 90 [%] 以上 | OK |
| | その他 | | — |
| 70777 | 90 [%] 以上 | 10 [%] 未満 | OK |
| | 10 [%] 未満 | 90 [%] 以上 | NG |
| | その他 | | — |
| 70778 | 90 [%] 以上 | 10 [%] 未満 | NG |
| | 10 [%] 未満 | 90 [%] 以上 | OK |
| | その他 | | — |

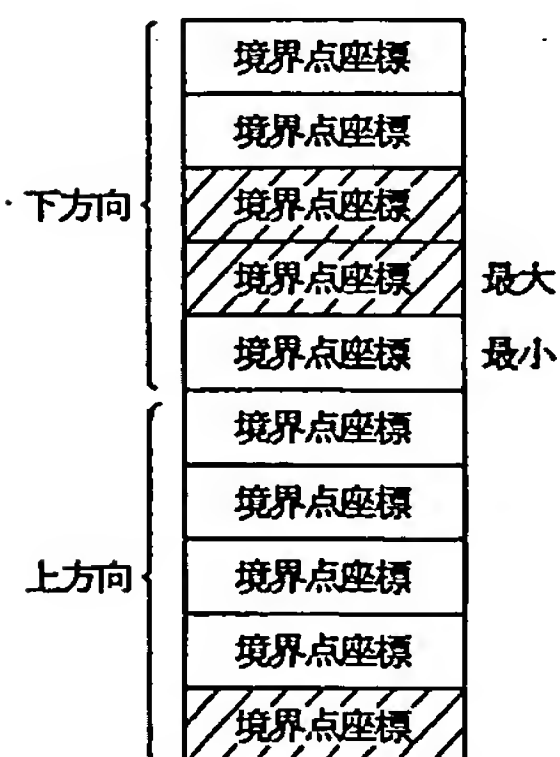
【図16】



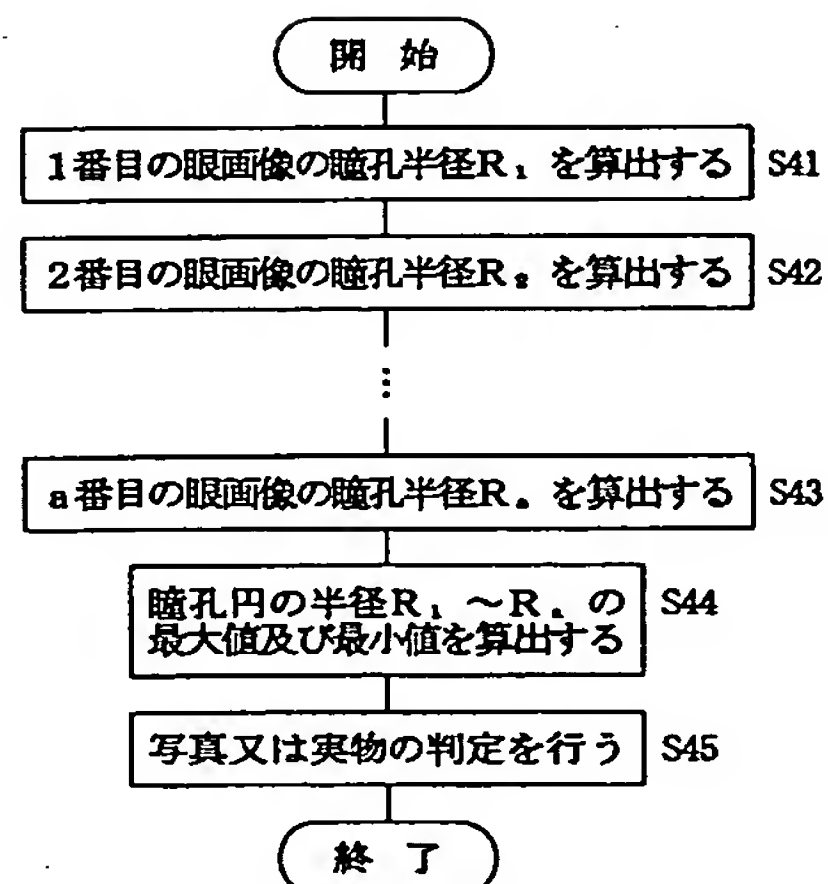
【図19】



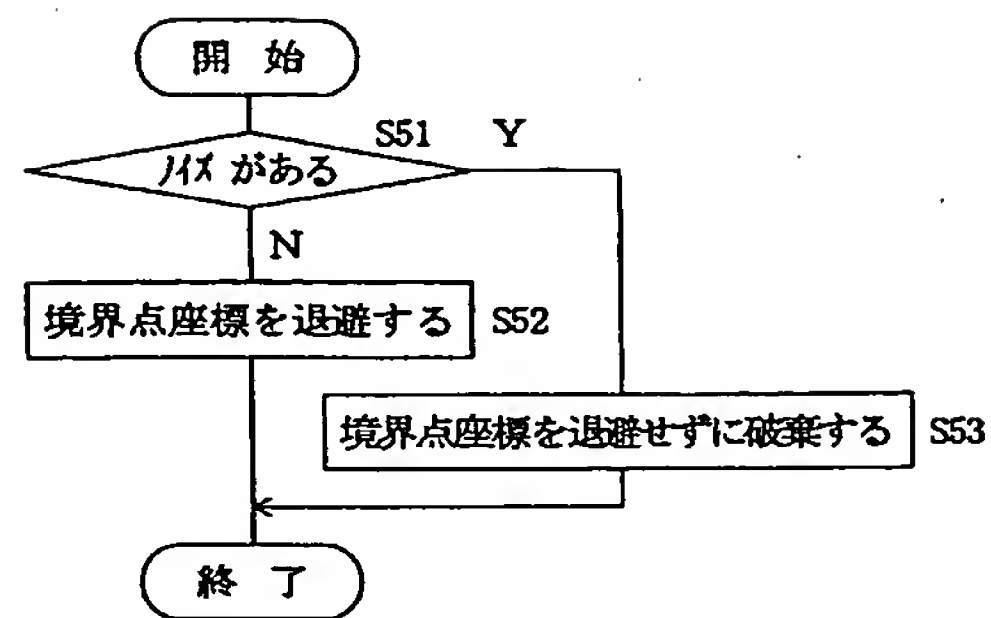
【図20】



【図21】



【図 23】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4C038 VA07 VB04 VC05
 5B043 AA09 BA04 DA05 EA02 EA06
 EA07 EA09 FA07 GA02
 5B057 BA02 DA07 DB02 DB09 DC03
 DC05 DC16 DC19
 5L096 AA06 CA02 EA27 FA04 FA06
 FA09 FA37 FA62 FA64 FA66
 FA69 GA28 GA51